植物研究雑誌
J. Jpn. Bot.
72: 51–57 (1997)

東海地方西部における在来タンポポと帰化タンポポの交雑
(1)ニホンタンポポとセイヨウタンポポの雑種の出現頻度と形態的特徴

渡邊幹男，丸山由加理，芹沢俊介

愛知教育大学生物学教室　448　愛知県刈谷市井ケ谷町広沢1

Hybridization between Native and Alien Dandelions in the Western Tokai District
(1) Frequency and Morphological Characters of the Hybrid between *Taraxacum platycarpum* and *T. officinale*

Mikio WATANABE, Yukari MARUYAMA and Shunsuke SERIZAWA

Department of Biology, Aichi Kyoiku University, Kariya, Aichi, 448 JAPAN

(Received on January 24, 1996)

Frequency and morphological characters of the natural hybrids between *Taraxacum platycarpum* and *T. officinale* were examined in Aichi Prefecture, C. Honshu, Japan. More than 90 % of plants currently referred to "*T. officinale*" had alleles b or c of glutamate oxaloacetate transaminase (GOT) introduced from *T. platycarpum*. These hybrid plants were morphologically intermediate between *T. platycarpum* and pure *T. officinale* in the number of marginal hairs in outer involucral bract, the length of corniculate appendage on the apex of outer involucral bract, and the size of achene.

日本列島の市街地やその周辺を中心に，広義の*Taraxacum platycarpum* Dahlst.（Kitamura 1957はカンサイタンポポ，トウカイタンポポ，カントウタンポポなど数種に分類しているが，それらは形態的に連続してしまい，明確に区別できない．ここでは芹沢1995に従い，一括してニホンタンポポという和名を使用する）で代表される在来タンポポにかわって，帰化植物であるセイヨウタンポポ*T. officinale* Weberやアカミタンポポ*T. laevigatum* DC.が増加するという現象は，1970年代に入ってから多くの人に注目されるようになった（堀田1977）．そして，生態的な特性の比較や各地で行われた分布調査の結果から，帰化タンポポの増加は人間の自然環境に対する攪乱の程度と密接な関係があり，環境指標として非常に有効であることが判明してきた（堀田1977，Ogawa and Mototani 1991）．

Morita, Menken and Sterk（1990），Morita, Sterk and Nijs（1990）は，ニホンタンポポ（♀）と3倍体セイヨウタンポポ（♂）の交配実験を行い，平均約20％の割合で発芽力のある種子を得た．その種子の多くは2倍体で，自然状態ではほとんど生じないニホンタンポポの自家受粉個体と判断された．しかし一部は3倍体または4倍体で，酵素多型の分析結果から真正の雑種と判断された．セイヨウタンポポが雑種の花粉親になり得るものならば，日本各地において，ニホンタンポポとセイヨウタンポポの間に自然雑種が形成されてもよさそうである．実際森田（1988）は，静岡県富士市で交配実験用に採集したタンポポの中に，ニホンタンポポとセイヨウタンポポの自然雑種が5個体あったと報告した．しかし，雑種の頻度は明示されておらず，その

形態的特徴も「外総苞片は蕾のとき直立するが，開花と共に反曲する」と記述されているだけである．

セイヨウタンポポが交雑によってニホンタンポポの遺伝子を取り込むことができ，強奪種（Harlan and Wet 1963）として分布を拡大する可能性があるならば，種分化の過程を明らかにする上でも，環境問題を論ずる上でも，現時点で交雑がどの程度おきているか，また交雑の結果生じた個体の形態的特性がどのようなものか，量的に把握しておく必要がある．そこで，愛知県におけるニホンタンポポとセイヨウタンポポの雑種の出現頻度と形態を調査してみた．

材料および方法

1. 材料――材料の採取は，1995年3月下旬から1995年5月上旬に，愛知県名古屋市，刈谷市，豊橋市，渥美郡渥美町の計4カ所9地点で行った．材料としては，頭花，痩果，葉が同時に得られる個体を選んだ．ニホンタンポポは自家不和合性の有性生殖を行う（岡部1956）ため，近接株であっても葉の切れ込みや色が異なり別個体と判断されるものは対象とした．セイヨウタンポポ及びニホンタンポポとセイヨウタンポポの雑種は無融合生殖を行うと報告されている（森田1988）ので，50m以上間隔をおいて対象個体を選んだ．対象個体は，外総苞片が上を向いて重なり合っているニホンタンポポ（Kitamura 1957の分類系によれば，トウカイタンポポまたはセイタカタンポポとトウカイタンポポの中間型にあたる）が127個体，外総苞片が反曲し痩果が黄褐色で，従来の日本での一般的な識別法（北村ほか1957，長田1972）によればセイヨウタンポポと同定されるもの（以下「セイヨウタンポポ」とする）が279個体，合計406個体になった（Table1）．各個体からは形態計測用に頭花2個，痩果5個以上，酵素分析用に葉3枚を採取し，クーラーボックスで保冷して研究室に持ち帰った．

2. アロザイム酵素多型解析――生葉約200mgを乳鉢に取り，ダウエックス（イオン交換樹脂）をミクロスパーテルで一杯入れ，さらに1mlの抽出bufferを加え，乳棒で表面を削り取るようにして抽出した．それを1.5mlのマイクロチューブに移し，0℃，12000rpmで15分間遠心をかけ，上澄みを泳動用試料として用いた．抽出bufferは0.1mM Tris-HCl pH 7.5，1mM EDTA（4Na），10mM KCl，10mM $MgCl_2$を攪拌し，使用直前に5％PVP（Polyvinyl-Pyrrolidone），0.2％2-メルカプトエタノールを加えた．

電気泳動は，ポリアクリルアミド垂直電気泳動法で行った．電流はゲル板1枚あたり約22mMAで約2時間泳動した．得られたゲルを酵素活性染色法により染色した．染色は，GOT（グルタミン酸－オキザロ酢酸アミノ転移酵素＝ATTアスパラギン酸アミノ転移酵素，EC No.2.6.1.1）のみを行った．染色後，染色液を洗い落として50％アルコールで固定し，セロファンで挟み自然乾燥させた．

3. 形態の計測――形態の計測は，セイヨウタンポポと愛知県のニホンタンポポとの間ではっきりした差がある以下の3形質について行った．

① 外総苞片辺縁の毛数

ルーペを用いて，外側から2列目にある外総苞片の中で，両辺縁の中央部にある軟毛が最も多いものを選んだ．それを2枚のスライ

Table 1. *Taraxacum* materials used for the present study

Locality	"*T. officinale*" [1]	*T. platycarpum*
Nagoya	94	46
Kariya	48	69
Toyohashi	142	12
Atsumi	25	0
Total	279	127

[1] "*T. officinale*" : the plants with reflex outer involucral bracts and yellowish brown achenes.

ドガラスに挟み，万能投影機（Nikon Profile Projector 6C-2）で20倍に拡大投影して，中心部4cm（実寸2mm）の両辺縁に基部がある毛の総数を数えた（Fig. 1A）．

② 突起長

突起長は森田（1978），芹沢ほか（1982）に準じ，外総苞片の中から突起の大きいもの3枚を選び，万能投影機で20倍に拡大投影して，小角突起の先端から外総苞片内縁までの最短距離を1mm（実寸0.05mm）単位で計測し，平均を求めた．ただし，突起がなく肥厚しているだけの場合は肥厚部の厚さを，肥厚もしてない場合は突起があるべき位置の外総苞片の厚さを計測した（Fig. 1B）．

③ 痩果長

痩果長は，少数ではあるが嘴の上端の位置が不明瞭なものがあったため，最上部にある突起の基部から痩果の基部までの長さを計測した．採集した痩果の中から任意に3個を選び，万能投影機で20倍に拡大投影して，1mm（実寸0.05mm）単位で計測し，平均を求めた（Fig. 1C）．

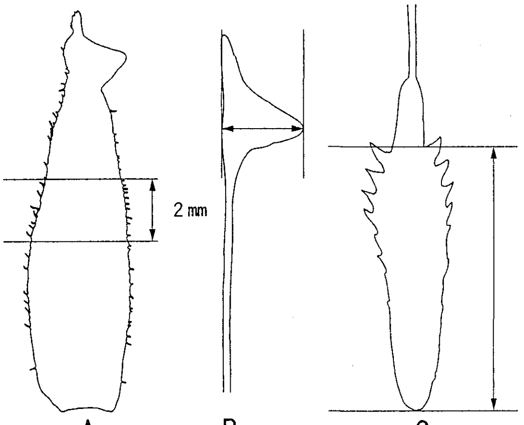


Fig. 1. Illustrations of outer involucral bract (A, adaxial view; B, lateral view) and achene (C) showing three measurements. A: Number of marginals hairs in the middle of outer involucral bract. B: Length of corniculate appendage on the apex of outer involucral bract. C: Size of achene.

結　果

1. GOTのバンドパターン——ニホンタンポポの対立遺伝子のパターンはa，b，c，a＋b，a＋c，b＋cの6タイプで，対立遺伝子a，b，cのいずれか1種類，あるいは2種類を持っていた．そして，対立遺伝子dを持つものはなかった．「セイヨウタンポポ」の対立遺伝子のパターンはb＋d，c＋d，dの3タイプであった．a＋dのタイプは今回の調査では得られなかった．また，b＋c＋dのタイプのバンドパターンも得られなかった．バンドパターンごとの出現個体数を，Table2に示した．

2. 形態——形態は，「セイヨウタンポポ」のうちニホンタンポポに見られない対立遺伝子dのみを持つもの（Group A），「セイヨウタンポポ」のうちニホンタンポポと共通な対立遺伝子bまたはcと，共通でないdをあわせ持つもの（Group B），ニホンタンポポ（Group C）に分けて集計した．また，A，B，Cの個体数に著しい差があるため，Figs.2，3，4の縦軸には相対頻度をとった．

① 外総苞片辺縁の毛数

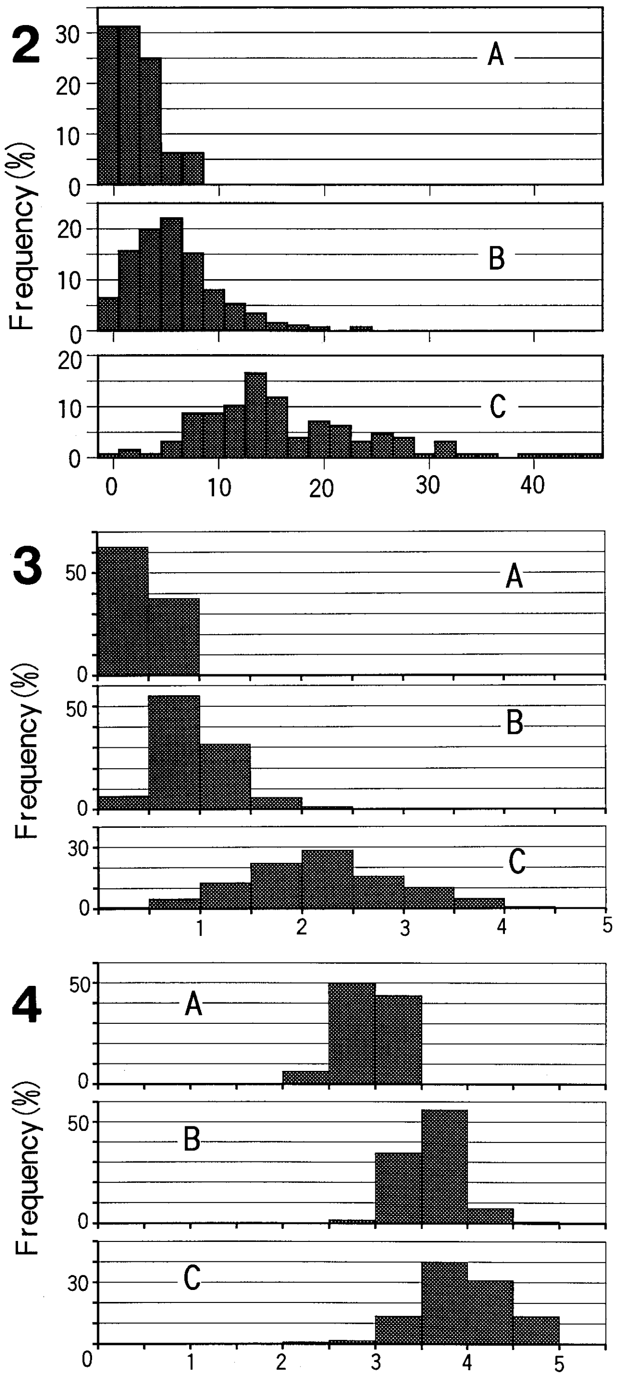
外総苞片辺縁の毛数の平均値±標準偏差は，Aが2.3±2.4本，Bが5.9±4.3本，Cが16.6±8.5本であった（Fig.2）．3群の平均値は有意水準1％で差が認められた．つまり，毛数はAが少なく，Cが多かった．BはAとCの中間であるが，どちらかといえばAに近かった．

② 突起長

突起長の平均値±標準偏差は，Aが0.47±0.17mm，Bが0.94±0.36mm，Cが2.18±0.77mmであった（Fig.3）．3群の平均値は有意水準1％で差が認められた．すなわち，突起はAが小さく，Cが大きく，BはAとCの中間であるが，どちらかといえばAに近かった．

③ 痩果長

痩果長の平均値±標準偏差は，Aが2.91±0.34mm，Bが3.60±0.29mm，Cが3.93±0.49mmであった（Fig.4）．3群の平均値は有意水準1％で差が認められた．すなわち，痩果はAが小さく，Cが大きく，BはAとCの中間であるが，どちらかといえばCに近かった．



Figs. 2-4. Morphological variations of *Taraxacum* materials used in this study. Fig. 2. Number of marginal hairs on outer involucral bract. Fig. 3. Length of corniculate appendage on the apex of outer involucral bract (mm). Fig. 4. Length of achene (mm). A: "*T. officinale*" having d allele only (N=16). B: "*T. officinale*" having b+d or c+d alleles (N=263). C: *T. platycarpum* (N=127). N: number of individuals examined.

考察

セイヨウタンポポはGOTに関して対立遺伝子dのみを持ち，a，bまたはcを持つニホンタンポポとは異なると報告されている（Morita, Menken and Sterk 1990）．この報告に従えば，dのみを持つGroup Aが純粋なセイヨウタンポポ，b＋dまたはc＋dのバンドを持つGroup Bは雑種と判断される．

雑種と判断されるGroup Bは，従来在来タンポポと帰化タンポポの識別点として一般にもっとも多く用いられている開花時，あるいは開花直前の外総苞片の反り返り方に関しては純粋なセイヨウタンポポとほとんど異ならなかった．森田（1988）は，「（雑種の）外総苞片は蕾の時直立する」と述べている．しかし今回の観察では，雑種と判断された個体の大部分は，蕾の時でも外総苞片が反曲していた．総苞片の色についても，雑種とセイヨウタンポポの間に明確な差は認められなかった．一方今回計測した量的な3形質（外総苞片辺縁の毛数，突起長，痩果長）に関しては，平均値で見ると雑種はニホンタンポポとセイヨウタンポポの中間の値を示し，特に痩果はニホンタンポポに近い大きさであった．ただし，いずれの形質も，変異幅は雑種とセイヨウタンポポの間で大きく重なっており，そのため雑種を形態的特徴だけで明確に判断することは困難であった．

外総苞片の反曲する「セイヨウタンポポ」のうち雑種の占める割合（Fig.5）は，ニホンタンポポの比較的少ない名古屋で89.4％（94個体中84個体），豊橋で95.8％（142個体中136個体）であった．ニホンタンポポが多い刈谷と，ニホンタンポポが発見できなかった渥美で採集した個体は，共にすべて雑種であった．全部を合計すると，94.3％（279個体中263個体）が雑種であった．すなわち，愛知県では純粋なセイヨウタンポポは非常に少なく，外総苞片の形態と痩果の色から「セイヨウタンポポ」と識別されている植物の大部分がニホンタンポポの遺伝子を取り込んだ雑種であった．森田（1988）は富士市で5個体の雑種を報告したが，同じく富士市で採集した39個体のセイヨウタンポポを交配実験に用いている（Morita, Menken and Sterk 1990）ことから，この時の出現頻度は，5/44以下であったと推定される．今回の結果は，これに比べてはるかに高頻度である．この差が地域差なのか，1988年以降現在までの時間的経過によるものなのか，現在の富士市の状態を含めて全国的に調査する必要がある．

次に各Groupのバンドパターン構成（Table2）から，各採集地の対立遺伝子a，b,

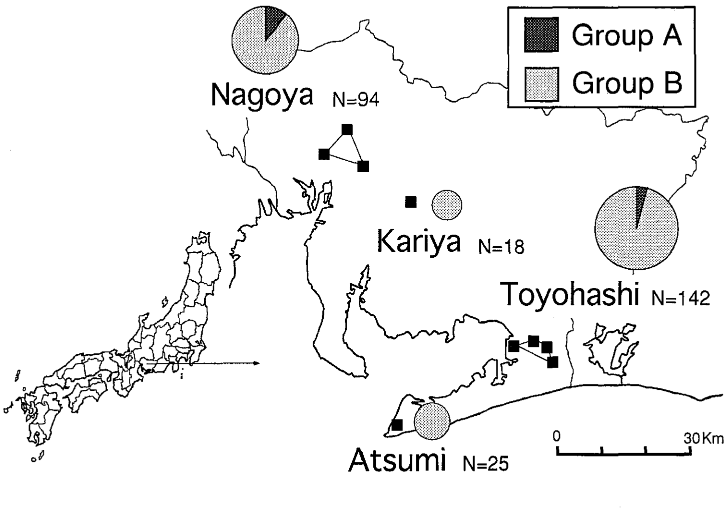


Fig. 5. Ratio between Group A (pure *Taraxacum officinale*) and Group B (hybrid) in four sampling localities. N: number of individuals examined.

cの頻度を求め，地図上に示した（Fig.6）．ニホンタンポポはすべて2倍体と報告されている（森田1993）ので，それに基づき遺伝子頻度を計算した．雑種に流入しているニホンタンポポの遺伝子は，b＋c＋dのバンドパターンを持つ個体が全く出現せず，ニホンタンポポとの戻し交雑が行われているという確証が得られなかったので，すべてF_1雑種と仮定し，b＋cとc＋dの割合をそのままbとcの割合とみなした．

ニホンタンポポでより頻度が高い対立遺伝子は，名古屋でcの58.7％，刈谷でbの46.0％，豊橋でbの58.3％であった．対立遺伝子aは出現頻度が低く，名古屋で4.3％，刈谷で19.0％，豊橋では出現しなかった．3地域間のニホンタンポポの対立遺伝子a，b，cの頻度は，有意水準5％で差が認められた．一方雑種では，対立遺伝子aを持つものは見られなかった．より頻度が高い対立遺伝子は，名古屋でcの85.7％，刈谷でbの55.6％，豊橋でbの98.5％であった．渥美では全部の個体がcを持っていた．4地域間の雑種の対立遺伝子b，cの頻度は，有意水準1％で差が認められた．ニホンタンポポと雑種を比較すると，名古屋，刈谷，豊橋のいずれの地域においても，同じ対立遺伝子が優占して

Table 2. Number of individuals showing each band pattern of GOT in *Taraxacum*

Locality	*T. platycarpum*						"*T. officinale*"		
	a	b	c	a+b	a+c	b+c	b+d	c+d	d
Nagoya	0	8	17	1	3	17	12	72	10
Kariya	4	17	8	17	1	12	10	8	0
Toyohashi	0	3	1	0	0	8	134	2	6
Atsumi	-	-	-	-	-	-	0	25	0

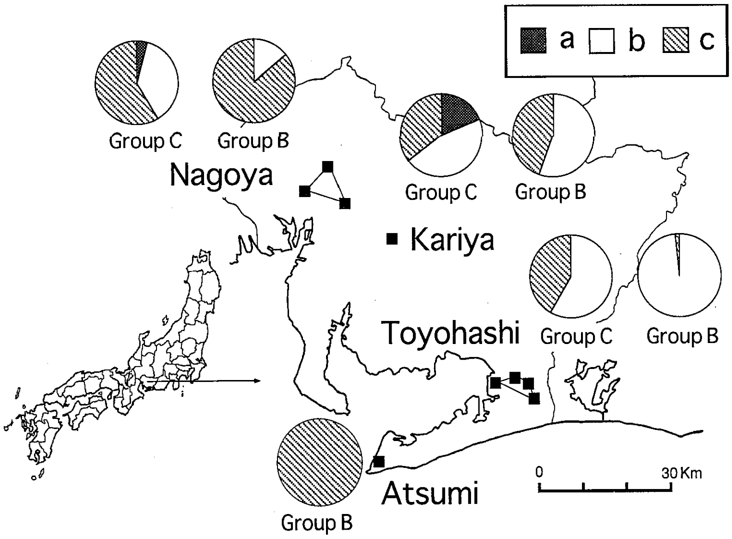


Fig. 6. Frequency of alleles a, b and c of GOT in Group C (*Taraxacum platycarpum*) and Group B (hybrid) in four sampling localities. These alleles of Group B are supposed to be introduced from Group C. Difference of frequency between Groups B and C are significant at the 1 % level in any localities.

いた．しかし頻度の値は，有意水準1％で差が認められた．

各地点の雑種の対立遺伝子b，cの頻度が大きく異なっており，また最も多く流入していた対立遺伝子がその地域に生育していたニホンタンポポでより頻度が高い対立遺伝子と一致していることから，雑種は各地域でそれぞれ独立に形成されたものと判断される．しかしどの地域でも，ニホンタンポポの遺伝子頻度と雑種に流入している遺伝子頻度の間に有意差が認められることから，雑種は比較的低い頻度で生じ，クローンとして広がっている可能性が高い．また，郊外であるにもかかわらずニホンタンポポが確認できなかった渥美で雑種のみが生育していたことから，一度形成された雑種が，相当の距離まで分布を拡大できる能力を持つことも示唆される．これらの問題については，今後分析する酵素種を増やし，クローン解析を行って検討する必要がある．

本研究を行うにあたり，御助言いただいた千葉大学理学部の伊藤元己博士と新潟大学教育学部の森田竜義博士に深く感謝いたします．

引用文献

Harlan J. R and De Wet J. M. J. 1963. The compilospecies concept. Evolution **17**: 497 − 501.

堀田　満．1977．近畿地方におけるタンポポ類の分布．自然史研究 **1** (12): 117 − 134.

Kitamura S. 1957 Compositae Japonicae Pars sexta. Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto B **24**: 1 − 79.

北村四郎，村田　源，堀　勝．1957．原色日本植物図鑑 草本編 (I) 合弁花類．pp. 297．保育社，大阪．

森田竜義．1978．日本産タンポポ属2倍体の変異と分類．種生物学研究 (**2**): 21 − 34.

——　1988．タンポポの無融合生殖．採集と飼育 **50**: 128 − 132.

Morita T., Sterk A. A. and Nijs J. C. Den 1990. The Significance of Agamospermous Triploid Polen Donors in the Sexual Relationships between Diploids and Triploids in *Taraxacum* (Compositae). Plant Species Biol. **5**: 167 − 176.

——, Menken S. P. J. and Sterk A. A. 1990. Hybridization between European and Asian dandelions (*Taraxaum* section *Ruderalia* and section *Mongolica*). New Phytol. **114**: 519 − 529.

Ogawa K. and Mototani I. 1991. Land-use Selection by Dandelions in the Tokyo Metropolitan Area, Japan. Ecol. Res. **6**: 233 − 246.

岡部作一．1956．セイタカタンポポ×ヒロハタンポポにおける不和合性遺伝子の性質（タンポポの自家不和合性に関する研究I) 植物学雑誌 **69**: 592 − 597.

長田武正．1972．日本帰化植物図鑑．pp. 254. 北隆館，東京．

芹沢俊介．1995．エコロジーガイド人里の自然．pp. 196 保育社，大阪．

——, 小川雅恵，佐藤みゆき，1982．東海地方西部におけるセイタカタンポポ-トウカイタンポポ複合群の地理的変異．植物研究雑誌 **57**: 196 − 204.